

1-01: ELEKTRONIKAI KÉSZÜLÉKEK TERVEZÉSE, FELÉPÍTÉSE ÉS AZOK TERMIKUS KONSTRUKCIÓJA

1. Mutassa be az EMC jelenségét és elektromágneses zavarvédelmi intézkedéseket!

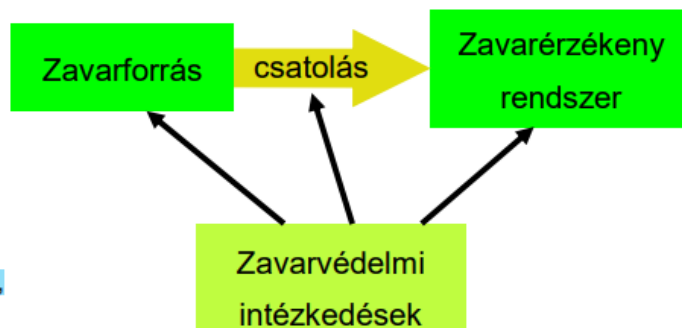
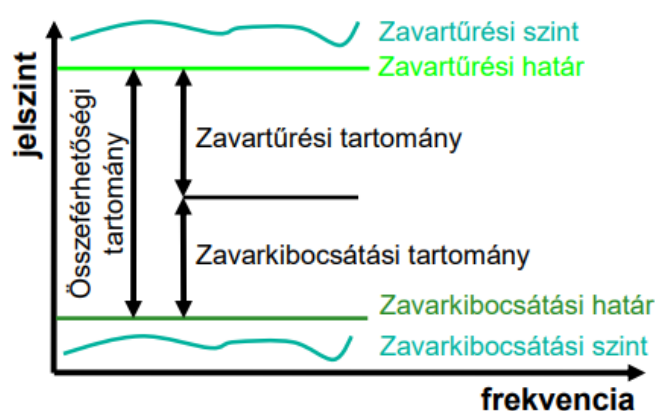
EMC definíciója (1 pont), zavarforrások fajtái és példák (2 pont + 1 pont), zavarvédelmi intézkedések (1 pont)

• EMC (elektromágneses kompatibilitás):

- a készülék által kibocsátott zavar megfelelően kicsi,
- a készülék immunitása megfelelően nagy.

• Zavarforrások:

- természetes
 - villámítás, elektromos energia kisülés
 - kozmikus sugárzás,
 - naptevékenységgel kapcsolatos zavarok,
 - légkörből, ionoszférából érkező zavarok,
- mesterséges:
 - műsorszórók: rádió és TV adók,
 - mobiltelefonok,
 - rádiótelefonok,
 - radarok,
 - teljesítmény kapcsolók, relék,
 - félvezető teljesítményszabályozók,
 - motorok, egyenirányítók.



Nemzeti Hírközlési Hatóság folyton ellenorzi a szabványok betartását

2. Mutassa be az ergonómiai, érintésvédelmi és üzembiztonságra történő tervezés szempontjait!

Ergonómia (2 pont), érintésvédelem (1 pont), üzembiztonság (2 pont)

ÜZEMBIZTONSÁGRA TERVEZÉS

- Üzembiztonság fogalmaköre:
 - életvédelem, balesetvédelem, vagyonvédelem.
 - rendeltetészerű és meghibásodott állapotban sem okozhat kárt, veszélyt.
 - az okozott kárért, balesetért a tervező és gyártó a felelős!
 - Safety Engineer.
- Üzembiztonsági, környezetállósági témakörök:
 - környezeti hatások elleni védelem:
 - klimatikus,
 - kémiai, biológiai,
 - mechanikai igénybevételek, autóiparban rezgések elleni védelem,
 - túláramvédelem,
 - túlmelegedés elleni (tűz) védelem,
 - káros sugárzások elleni védelem,
 - robbanásvédelem.

ERGONÓMIAI TERVEZÉS

- Készülékek kezelés szempontjából történő optimális kialakítása – előlap, kezelőlap tervezés. Példa: elektronikus műszerek
- Optimális munkakörülmények, munkahelyek kialakítása. Példa: szerelő munkahely

ÉRINTÉSVÉDELMI TERVEZÉS

- A készülékek fémes részei, amelyek üzemszerűen nincsenek feszültség alatt, meghibásodás esetén se okozhassanak áramütést. A szabványok betartása kötelező!
- Érintésvédelmi osztályok:
 - I.Érintésvédelmi osztály:
 - Üzemi szigetelés + megérintható fémrészek összekötve (pl. készülékház + ajtó) és a hálózati védőföldre kötve (védőeres hálózati kábel, színjelzés: zöld-sárga).
 - II.Érintésvédelmi osztály:
 - Szigetelőanyag burkolat: az összes fémrészt burkolja (pl. hajszáritó). A külső burkolat egyben a védőszigetelés is.
 - III. Érintésvédelmi osztály:
 - Érintési feszültség 24 - 50 Veff AC
 - Nincs olyan áramköri rész, amely ennél nagyobb feszültségen üzemel.

3. **Mutasson be néhányat a gyárthatóságra és megbízhatóságra tervezés szempontjai közül.**

Gyárthatóságra tervezés (3 pont), megbízhatóságra tervezés (2 pont)

GYÁRTHATÓSÁGRA, TESZTELHETŐSÉGRE TERVEZÉS (DFM)

Irányelvek:

- minimalizáljuk az alkatrészek számát,
- használjunk szabványos és azonos elemeket,
- minimalizáljuk a szerelési síkok számát (Z-axis),
- használjunk standard szerszámfejeket, fűrőket, eszközöket,
- kerüljük a szűk furatokat (forgácsok, egyenesség, eltömődés),
- használjunk közös méretet a szerszámrögzítéshez,
- minimalizáljuk a szerelési irányokat,
- maximalizáljuk a hozzáférhetőséget; szerelésre tervezés,
- minimalizáljuk a kézi műveleteket,
- küszöböljük ki az utólagos állítást,
- használjunk ismételhető, jól ismert folyamatokat,
- tervezzük az alkat elemeket a hatékony tesztelés lehetőségére,
- kerüljük a rejtett részleteket,
- hozzunk létre szimmetriát két irányban,
- kerüljük az összekuszálás lehetőségét,
- tervezzünk önmegvezető (önpozicionáló) elemeket.

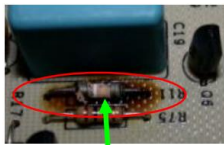
MEGBÍZHATÓSÁGI TERVEZÉS

- **Soros struktúrájú (redundanciamentes) rendszer jellemzői:**
 - a rendszer véges számú elemből áll,
 - egy elem meghibásodása a rendszer meghibásodásához vezet,
 - a meghibásodások egymástól függetlenek,
 - a kommersz elektronikai berendezések soros struktúrájúak.
- **Melegtartalékolt (párhuzamos) rendszer jellemzői:**
 - a rendszer n azonos elemből áll,
 - a rendszer működéséhez egy elem működése szükséges,
 - hibafelismerő elem, kapcsolóelem esetenként szükséges,
 - a tartalék állapota ismert,
 - a tartalék is fogyaszt energiát, elhasználódik.
- **Hidegtartalékolt rendszer jellemzői:**
 - a rendszer n azonos elemből áll,
 - a rendszer működéséhez egy elem működése szükséges,
 - a tartalékban lévő elem nincs bekapcsolva, nem fogyaszt energiát,
 - a tartalékban lévő elem nem hibásodhat meg,
 - hibafelismerő és kapcsolóelemre van szükség,
 - a tartalékelem bekapcsolása időt vesz igénybe.

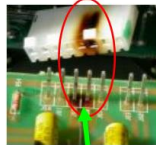
6. Mutassa be két szilárd test termikus csatolásának problémáját és a termikus interface anyagokat!

A probléma definiálása és a lehetséges megoldások felsorolása (2 pont). A négy különféle termikus interface anyag megnevezése, ezek előnyös és hátrányos tulajdonságainak felsorolása (megnevezés 1 pont, tulajdonságok 2 pont)

- Az elektronikus alkatrészekben működésük során hő keletkezik,
- a készülékeket kívülről különböző hőhatások érhetik,
- a hő és a hőmérséklet változása káros hatásokat gyakorolhat az elektronikus készülékek működésére.



Túlhevült
furatszerelt ellenállás



Túláramtól sérült
csatlakozóelemek



Túlhevült
felületszerelt ellenállás

Lehetséges megoldások:

- Termikus interfész megoldások
- Termikus konstrukció
- Hűtési megoldások: hűtőbordák és lemezek

TERMIKUS INTERFÉSZ MEGOLDÁSOK

Hővezető paszta:

- leggyakrabban (oxidált) fémpehely szuszpenziója,
- a felületeket összeszorítva kell tartani,
- alkalmazása körülményes.



Hővezető ragasztó:

- leggyakrabban kerámia por, UV-ra, illetve hőre keményedő szuszpenzióban,
- kikeményítés után a felületeket nem kell összeszorítva tartani,
- elektromosan vezető változata is elterjedt,
- hővezető képessége kisebb.



Hővezető alátét:

- leggyakrabban nagy hővezetőképességű polimerek,
- a felületeket összeszorítva kell tartani,
- a réseket nem töltik ki tökéletesen (kevésbé rugalmasak),
- szigetelőképességük és átütési ellenállásuk nagy.



Halmazállapotváltó anyagok:

- fémpehely vagy kerámia por szuszpenziója,
- a felületeket összeszorítva kell tartani,
- az alacsony olvadáspont miatt a réseket jól kitölti,
- alkalmazása jól automatizálható.



DAFETT

7. Mutassa be a hűtő- bordákat és lemezeket (rajzon is)!

A megvalósítás szempontjai (1 pont), Hűtőbordák és lemezek anyagai és azok jellemzői (2 pont), hőleadási tényező javítása: mesterséges konvekció (1 pont), rajz (1 pont)

A megvalósítás szempontjai:

- a hőt jellemzően kis felületről kell elvezetni,
- lehetőleg nagy felületen kell leadni,
- termikus ellenállást minimalizálni kell,
- a megoldás legyen gazdaságos (anyag, megmunkálás),
- hőleadást mesterséges konvekcióval javítani lehet.

Hűtőbordák és lemezek anyagai:

- alumínium:
 - olcsó,
 - könnyen megmunkálható,
 - jó hőleadás.
- vörösréz:
 - magasabb ár,
 - nehezen megmunkálható,
 - jobb hővezetőképesség,
 - rosszabb hőleadás.
- (ezüst, fémhab, szénzálalas kompozit, grafit, mesterséges gyémánt...).

Hőleadási tényező javítása: mesterséges konvekció

Ventilátorok alaptípusai:

- axiális,
- radiális.

Legfontosabb jellemzőik:

- fordulatszám,
- méret,
- lapátok dőlésszöge,
- lapátok kialakítása, felületének minősége.

„Klasszikus” hűtőborda felépítése:



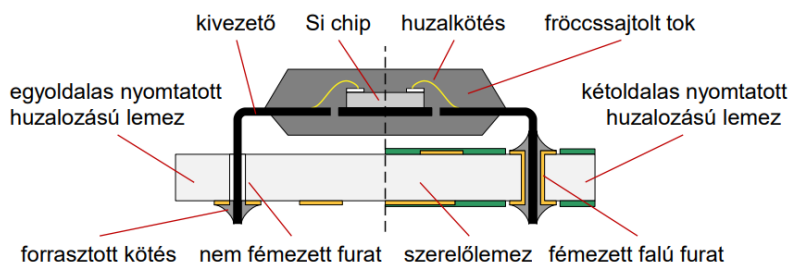
2-01 A FURAT- ÉS FELÜLETSZERELHETŐ ALKATRÉSZEK

1. Mutassa be a furatszerelt alkatrészeket rajzokkal és leírással!

Furatszerelt alkatrészek definíciója (1 pont), furatszerelt alkatrészek csoportosítása a kivezetések mechanikai tulajdonságai szerint (1 pont), furatszerelt alkatrészek csoportosítása a kivezetések geometriája, elrendezése szerint (2 pont), furatszerelt alkatrészek csomagolási módjai (1 pont)

FURATSZERELT ALKATRÉSZEK

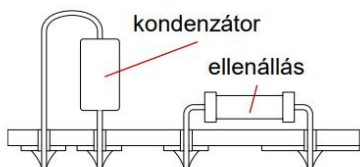
- Hajlékony vagy merev kivezetésekkel (alkatréslábakkal) rendelkeznek. A hajlékony kivezetéseket a furatok helyzetének megfelelően méretre vágják és hajlítják.
- A kivezetéseket a szerelőlemez furataiba illesztik és többnyire a másik oldalról forrasztják be. Ezért a csak furatszerelt alkatrészeket tartalmazó áramköröknél megkülönböztetünk alkatrész- és forrasztási oldalt.



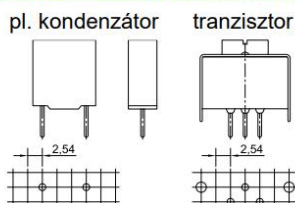
FURATSZERELT ALKATRÉSZEK CSOPORTOSÍTÁSA

- Kivezetések mechanikai tulajdonsága szerint

hajlékony – furatokhoz hajlítják



merev/fix – tervezett furatok

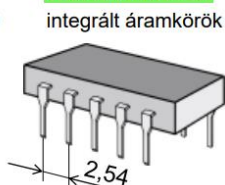


- Kivezetések geometriája szerint

axiális

radiális

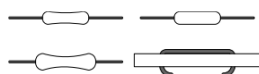
kerület mentén



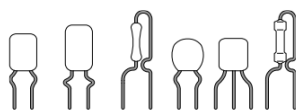
FURATSZERELT ALKATRÉSZEK CSOMAGOLÁSI MÓDJAI

Alkatrész típus

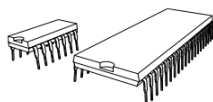
Axiális kivezetésű



Radiális kivezetésű

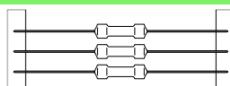


Integrált áramkör

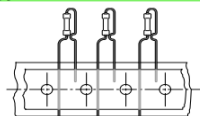


Csomagolás mód

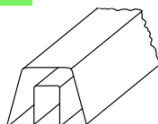
Kétoldalas hevederezés



Egyoldalas hevederezés



Csőtár

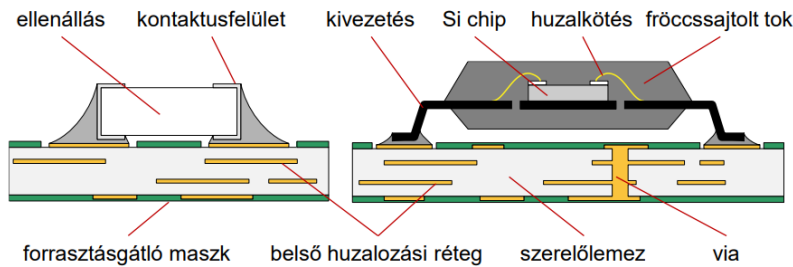


2. Mutassa be a felületszerelt alkatrészeket rajzokkal és leírással!

Felületszerelt alkatrészek definíciója (1 pont), felületszerelt alkatrészek csoportosítása a kivezetések geometriája, elrendezése szerint (1 pont), BGA, FC-BGA és LGA tokozású alkatrészek konstrukciója (2 pont), felületszerelt alkatrészek csomagolási módjai (1 pont)

FELÜLETSZERELT ALKATRÉSZEK (SMD = SURFACE MOUNTED DEVICES)

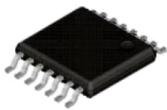
- **Rövid** - furatszerelésre alkalmatlan - **kivezetésekkel vagy az alkatrész oldalán/alján lévő, kivezetési célú forrasztási felületekkel (kontaktusfelület) rendelkeznek.**
- **Az alkatrészeket a kötött elrendezésű kivezetéseknek („footprint”) megfelelően kialakított felületi vezetékmintázatra (forrasztási felületekre – „pad”) **ültetik rá és ugyanazon az oldalon forrasztják be.****



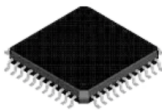
SM IC TOKOZÁSOK OSZTÁLYOZÁSA A KIVEZETÉSEK GEOMETRIÁJA SZERINT

Kerület mentén elhelyezkedő kivezetésekkel rendelkező tokozások (perimeter style)

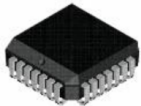
SOIC – Small Outline IC
(4-16 kivezetés, raszterosztás ~1,27 mm)



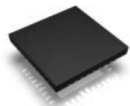
QFP – Quad Flat Pack
(4-256 kivezetés, raszterosztás >0,4 mm)



PLCC – Plastic Leaded Chip Carrier
(8-40 kivezetés, raszterosztás ~1,27 mm)



QFN – Quad Flat No-Lead
(16-32 kivezetés, raszterosztás ~0,4 mm)

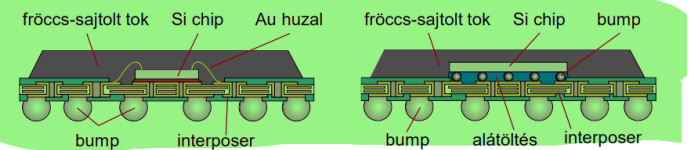


SM IC TOKOZÁSOK OSZTÁLYOZÁSA A KIVEZETÉSEK GEOMETRIÁJA SZERINT

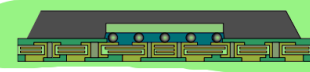
A tok alján egy rács metszéspontjaiban elhelyezkedő kivezetésekkel rendelkező tokozások (area array style)

BGA – Ball Grid Array
(16-256 kivezetés, raszterosztás ~1,27 mm)

FC-BGA – Flip-Chip Ball Grid Array
(<1600 kivezetés, raszterosztás ~0,8 mm)

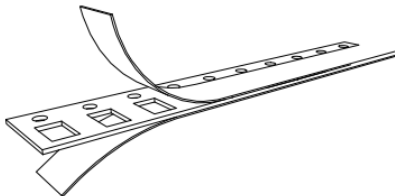


LGA – Land Grid Array
(16-2000 kivezetés, raszterosztás ~0,8 mm)

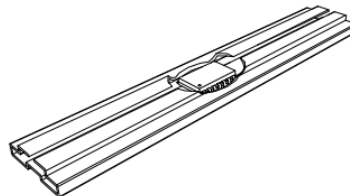


FELÜLETSZERELT ALKATRÉSZEK CSOMAGOLÁSI MÓDJAI

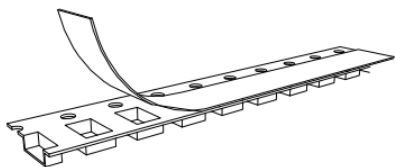
Felületszerelt ellenállások
- **papír szalagtár**



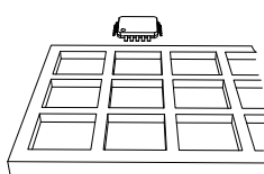
SOIC – Small Outline IC
- **műanyag csótár**



Felületszerelt kondenzátorok
- **műanyag szalagtár**



QFP, PLCC, QFN, BGA, LGA
- **műanyag tálcátár**



3. Hasonlítsa össze a furat- és a felületszerelési technológiát!

Furatszerelési technológia jellemzői (1 pont), sematikus ábra egy beforrasztott furatszerelt alkatrészről (1 pont), felületi szereléstechológia jellemzői (1 pont), sematikus ábra egy beforrasztott felületszerelt alkatrészről (1 pont), jellemzői kötési műveletek a furat- ill. felületszerelt alkatrészek rögzítésére (1 pont)

FURATSZERELÉSI TECHNOLÓGIA

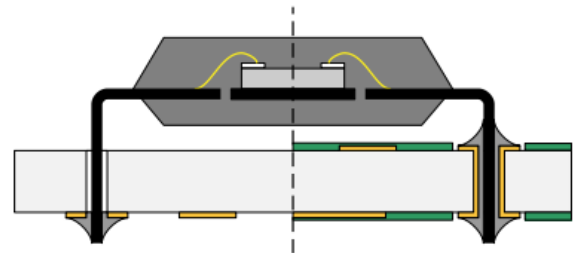
Furatszerelés (Through Hole Technology - THT)

A furatszerelhető alkatrészek kivezetőit a szerelőlemez furataiba illesztik és többnyire másik oldalon forrasztják be.

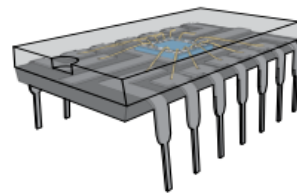
A furatszerelés **hátrányai**:

- a szerelőlemez mindkét oldalát igénybe veszi
- az alkatrészek helyfoglalása nagy
- nagy kivezetőszám (>40) esetén a **beültetés gépesítése nehézkes**:
 - az alkatrészek kiviteli formái igen eltérőek,
 - az alkatrészek kivezetéseinek rasztávolsága pontatlan.

A szerelés utáni **bekötési művelet** a kézi forrasztás vagy a hullámforrasztás.



Dual InLine Package (DIP=DIL)



FELÜLETI SZERELÉSTECHNOLÓGIA

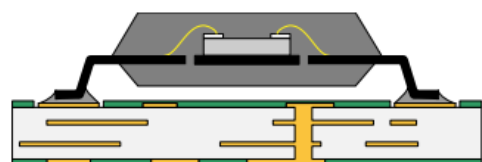
A **felületi szereléstechológia** (Surface Mount Technology) **alkatrészeit** (Surface Mounted Devices) a szerelőlemez felületén, az alkatrészeket a kötött elrendezésű kivezetéseknek („footprint”) **megfelelően kialakított felületi vezetékmintázatra** (forrasztási felületekre – „pad”) **ültetik rá és ugyanazon az oldalon forrasztják be.**

A felületszerelés **előnyei**:

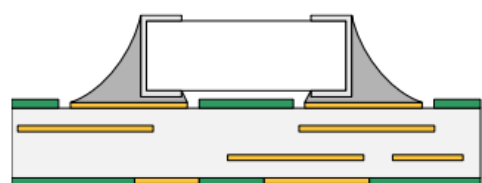
- azonos funkció mellett sokkal **kisebb méret**
- **nagyobb integráltság**, felületegységre eső funkciók száma nagyobb
- **könnyen automatizálható**, az alkatrészek toktípusai szabványosítottak

A kötési technológia az esetek **döntő többségében forrasztás**, ritkán (pl. hőre érzékeny alkatrészeknél) vezető ragasztás.

Felületszerelt IC



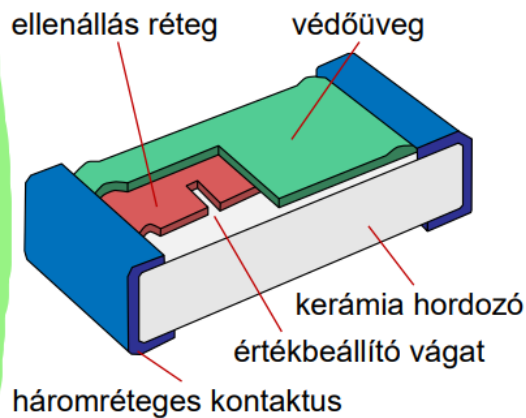
Felületszerelt ellenállás



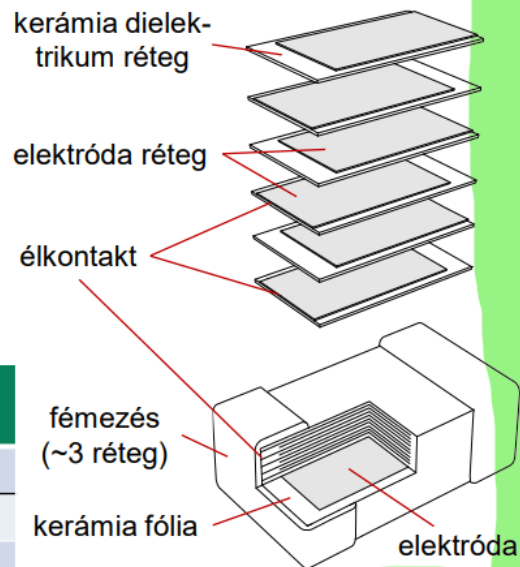
4. **Mutassa be a felületszerelt ellenállás és rétegekondenzátor konstrukcióját rajzokkal és leírással!**

Felületszerelt ellenállás konstrukciója (2 pont), felületszerelt kerámia rétegekondenzátor konstrukciója (2 pont), felületszerelt passzív diszkrét alkatrészek méretkódjának definíciója, és jellemző méretkódok felsorolása angolszász és metrikus me. rendszerben (1 pont)

FELÜLETSZERELT PASSZÍV DISZKRÉT ALKATRÉSZEK



Felületszerelt kondenzátor



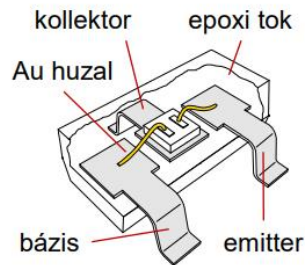
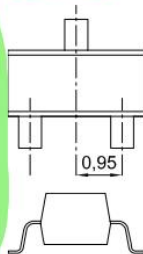
Méret kód	Méret [mm]	Méret kód	Méret [mm]
1206	3,05 x 1,52	0402	1,02 x 0,51
0805	2,03 x 1,27	0201	0,6 x 0,3
0603	1,52 x 0,76	01005	0,4 x 0,2

5. Felületszerelt aktív alkatrészek és integrált áramköri tokozások:

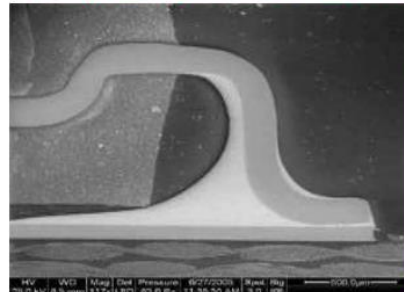
A SOT-23 tokozású tranzisztor sematikus felépítése (1pont), az SOIC sematikus felépítése (1pont), a tokozás célja (1 pont), az első- és második szintű összeköttetések definíciója (1-1 pont)

FELÜLETSZERELT AKTÍV ALKATRÉSZEK ÉS INTEGRÁLT ÁRAMKÖRI TOKOZÁSOK

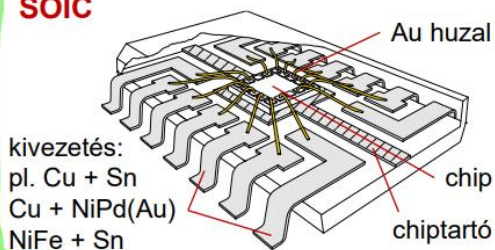
SOT-23



Síralyszárny alakú kivezetés



SOIC



kivezetés:
pl. Cu + Sn
Cu + NiPd(Au)
NiFe + Sn

Tokozás célja: a chip védelme és a kapcsolat megteremtése a chip a szerelőlemez között.

1. szintű összeköttetés: a chip és a chiptartó (hordozó) között

2. Szintű összeköttetés: a chiptartó és a szerelőlemez között

2-02 ALKATRÉSZEK FORRASZTÁSA HULLÁMFORRASZTÁSSAL ÉS ÚJRAÖMLESZTÉSES FORRASZTÁSSAL

1. Forrasztás bemutatása!

Forrasztás definíciója (1 pont), jellemző ólomtartalmú és ólommentes ötvözetek bemutatása (2 pont), forrasztók megjelenési formái (1 pont), folyasztószer bemutatása (1 pont)

FORRASZTÁS

A forrasztott kötést az összekötendő elemeknél alacsonyabb olvadáspontú, azoktól különböző hozaganyag (forraszanyag, röviden forrasz) hozza létre. A forrasztott (adhéziós-diffúziós) kötés egy felmelegítési ciklusban alakul ki. A forrasz megömlik, nedvesíti az elemek felületét, létrejön a forrasz folyékony állapotában a kötés, ami azután lehűléskor megdermed és mechanikailag szilárdvá válik.

Forraszötvözetek:

ólomtartalmú forraszötvözetek:

Sn63/Pb37 – eutektikus – 183 °C

Sn60/Pb40 – 183–188 °C

Sn60/Pb38/Ag2 – 176–189 °C

ólommentes forraszötvözetek:

Sn95,5/Ag3,8/Cu0,7 – 217–218 °C

Sn96,5/Ag3/Cu0,5 – 217–221 °C

Sn42/Bi58 – 139–141 °C

Folyasztószer

- tisztítja, oxidmentesíti a felületeket
- elősegítik a forrasz terülését

Oldószer: alkohol, víz

Szilárd fázis: fenyőgyanta, szintetikus gyanta

Aktivátor: halogénezett, halogénmentes

No-clean flux: nem kell forrasztás után a szerelőlemezt tisztítani

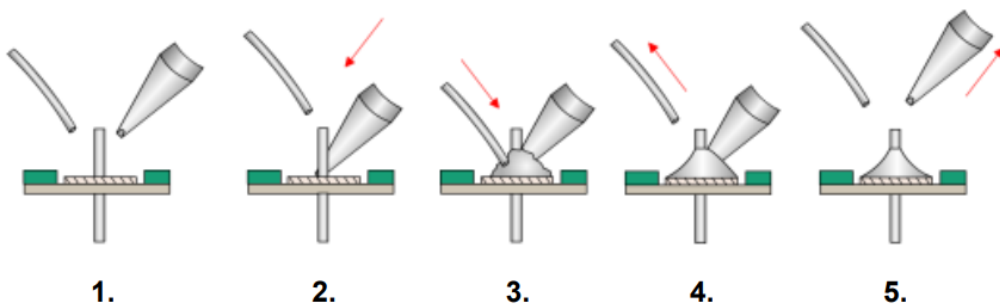
VOC-free (Volatile Organic Compound): szerves illékony vegyületektől mentes

2. Ismertesse a kézi forrasztás folyamatát és eszközeit!

A kézi forrasztás folyamata ábrákkal (3 pont), a kézi forrasztás eszközei (2 pont)

A KÉZI FORRASZTÁS FOLYAMATA

1. A láb megközelítése mind a pákaheggyel, mint a forrasz huzallal.
2. A forrasztó páka hegyét megfelelő hőkontaktusba hozzuk a forrasztandó felületekkel.
3. A forraszhuzalt a felmelegített felülethez érintve adagoljuk a szükséges mennyiséget.
- 4-5. A forraszhuzalt és a páka hegyét eltávolítjuk a még olvadt forraszanyagtól.



A KÉZI FORRASZTÁS ESZKÖZEI

1. **Mechanikai eszközök:**
 - Fogók, csípőfogók, hajlító szerszámok: főleg furatszerelt alkatrészek lábainak formázása
 - Csipeszek: alkatrészek manipulálása, ideiglenes rögzítése
 - Ónszipantó, ón harisnya: forraszfelesleg eltávolítása
 - Ecsetek, kefék: alkatrészek és NYHL tisztítása
2. **Forraszanyag** (Solder alloy)
 - Forraszhuzal folyasztószer töltettel (flux core wire)
3. **Forrasztó páka** (Soldering iron)
 - Tollsárfogású szerszám cserélhető heggyel
4. **Tisztítószer, technológiai segédanyagok**
 - Folyasztószer: a nedvesítés elősegítéséhez
 - Isopropil alkohol: általános tisztítási feladatokra
 - Speciális oldószer forrasztószer maradványok eltávolítására

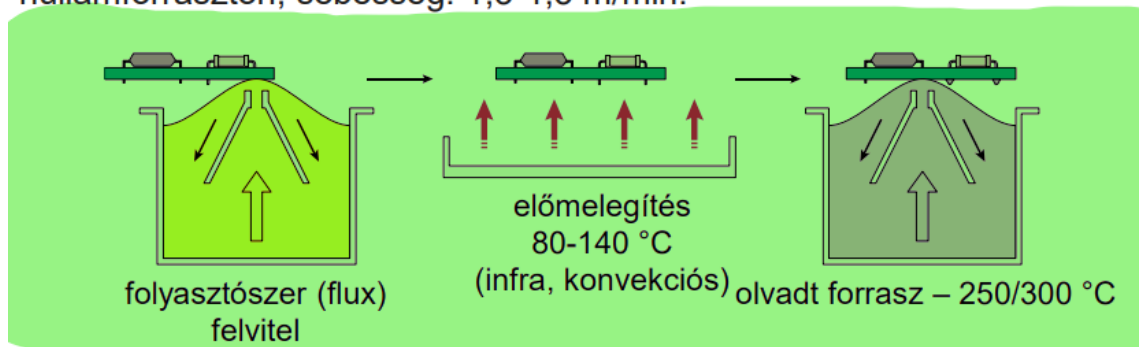


3. Ismertesse a hullámforrasztási technológiát!

Hullámforrasztási technológia lépéseinek részletezése – folyasztószer felviteli technikák, előmelegítés célja, előmelegítési technikák – (2 pont), a technológia lépéseiről sematikus ábrák (2 pont), a hullámforrasztási technológia hőprofilja ólmos vagy ólommentes ötvözet esetére (1 pont)

HULLÁMFORRASZTÁS

A hullámforrasztás a **furatszerelt alkatrészek** leggyakoribb **gépesített forrasztási** technológiája. A forraszanyagot és hőt egyaránt a forraszhullám biztosítja. A lemezt szállítószalag vontatja át a hullámforrasztón, sebesség: 1,3-1,5 m/min.

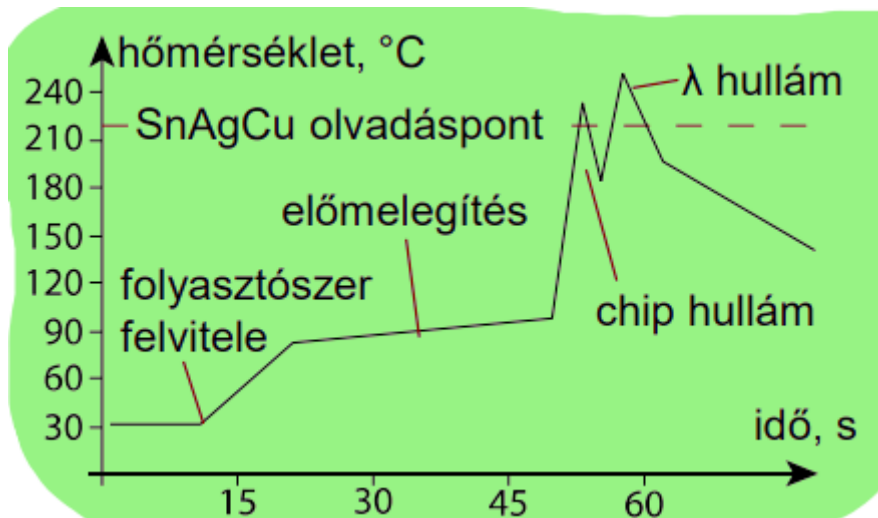


1. Alkatrészek beültetése
kézi, gépi - automatizált

2. Folyasztószer felvitele
habosítótás, permetezés

3. Előmelegítés
infrasugárzás, kényszerkonvekció

4. Forrasztás
Omega hullám, kettős hullám



5 Ismertesse az újraömlesztéses forrasztási technológiát!

Az újraömlesztéses forrasztási technológia lépéseinek részletezése – stencilnyomtatás szekvenciája, alkatrészbeültetés lehetőségei, hőközlési technikák forrasztáshoz – (2 pont), a technológia lépéseiről sematikus ábrák (2 pont), az újraömlesztéses forrasztási technológia hőprofilja ólmos vagy ólommentes ötvözet esetére (1 pont)

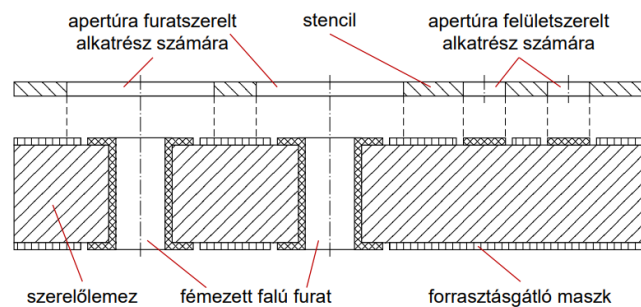
AZ ÚJRAÖMLesztÉSÉS FORRASZTÁS

Az újraömlesztéses forrasztási technológia alapvetően három lépésből áll; a forrasztás megjelenési formája a forraszpaszta:

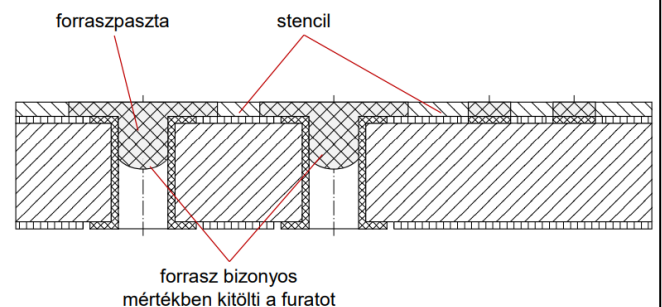
1. forraszpaszta felvitele
cseppadagolással (L. 1.2) vagy stencilnyomtatással,
2. alkatrész beültetése (pick&place, collect&place),
3. a forraszótvözet újraömlesztése többnyire kemencében.

A „PIN IN PASTE” TECHNOLÓGIA LÉPÉSEI

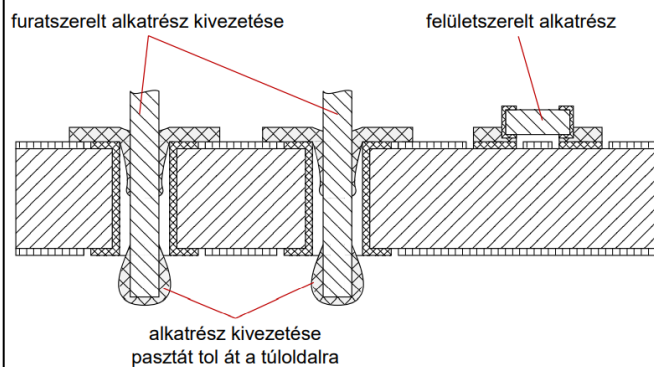
0. Kiindulás



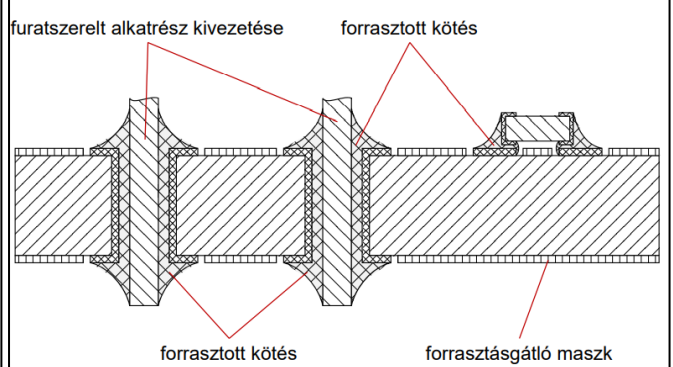
1. Stencilnyomtatás



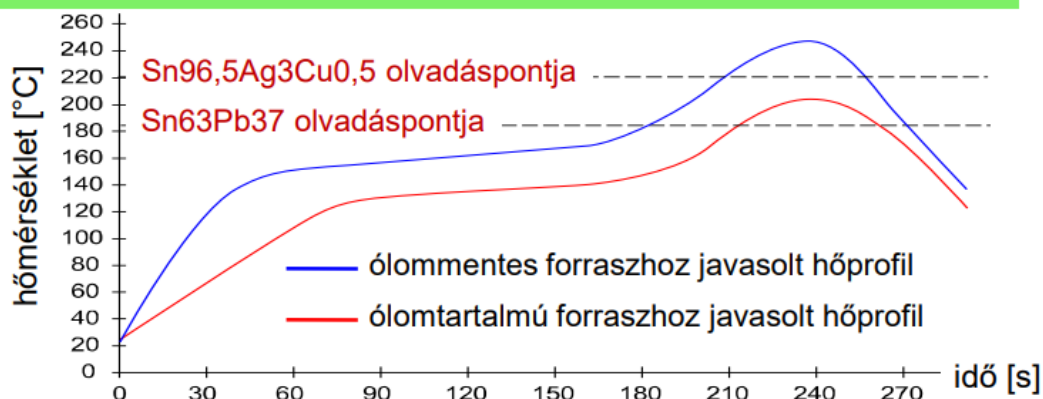
2. Alkatrészek beültetése



3. Forrasztás

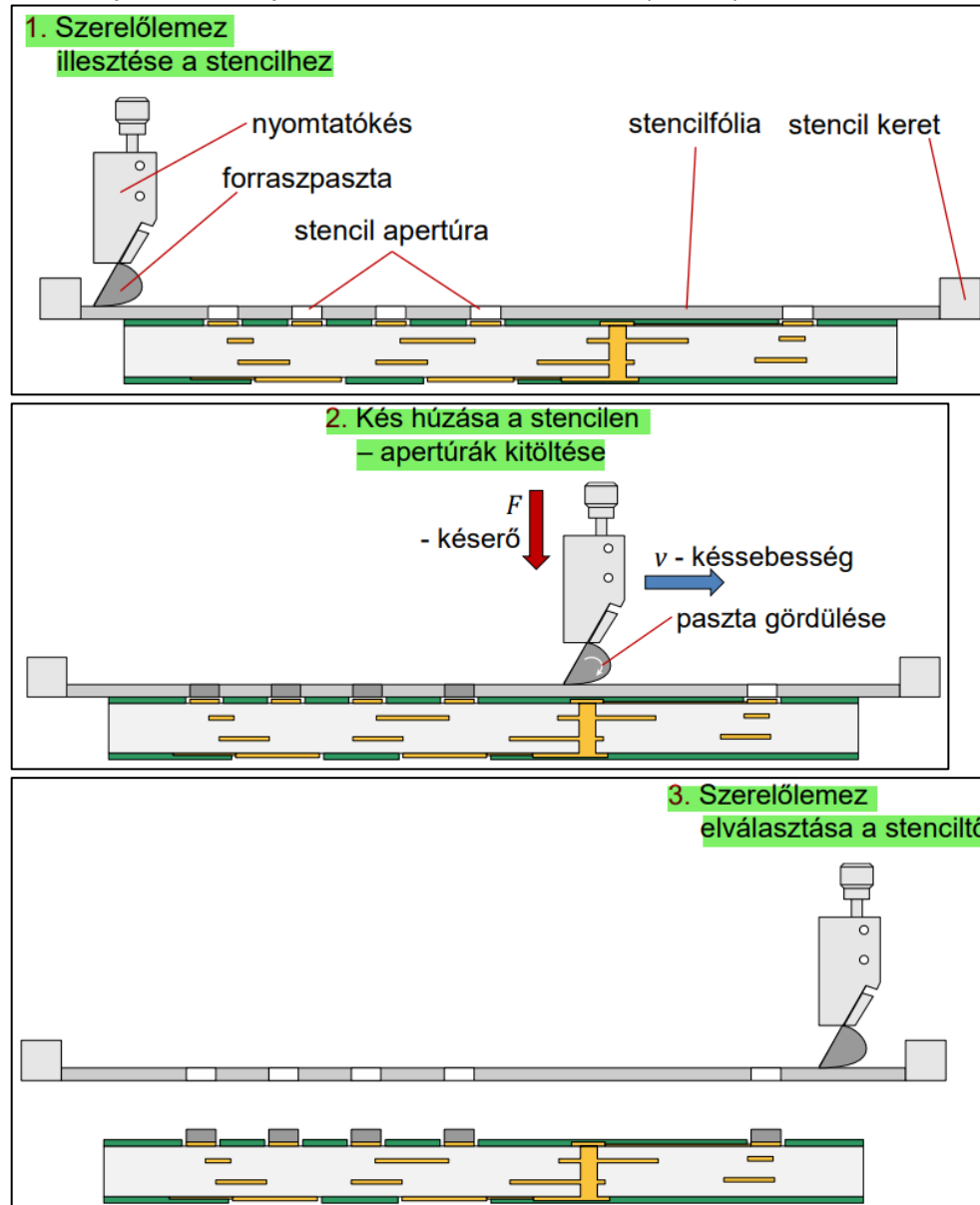


ÚJRAÖMLesztÉSÉS FORRASZTÁS HŐPROFILJA – ÓLMOS/ÓLOMMENTES



6 Ismertesse a stencilnyomtatás folyamatát, valamint a stencil felépítését!

Stencilnyomtatás folyamatának lépései ábrákkal (3 pont), stencil felépítése rajzzal (2 pont)



A STENCILEK FELÉPÍTÉSE

A stencilfóliát fém szitaszövettel feszítik a stencil keretéhez. A stencilfólia feszességének mértéke $\sim 50 \text{ N/cm}$.

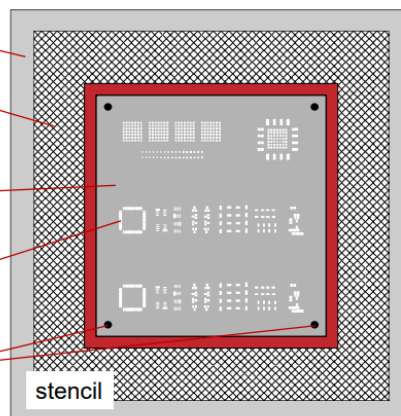
Alumínium keret

Feszítő szitaszövet
(rozsdamentes acél)

Stencilfólia
- rozsdamentes acél
- vagy nikkél

Nyomatási kép,
apertúrák

Illesztési segédábra
(fiduciális jel)



2-03 FÉLVEZETŐ CHIPEK ÉS MODULÁRAMKÖRÖK BEÜLTETÉSI MÓDJAI ÉS TOKOZÁSAI

1. Ismertesse a félvezető chipok mechanikai rögzítésére szolgáló technikákat!

Chipok rögzítés ragasztással, chipokhoz alkalmazott ragasztók típusai (1 pont), chipok rögzítése AuSi eutektikus forrasszal (1 pont), chipok rögzítése egyéb forrasztóvözetekkel, forraszok megjelenési formái chipok rögzítéséhez (2 pont), flip-chip technológia (1 pont)

A CHIP RÖGZÍTÉSI MÓDJAI: A RAGASZTÁS

A ragasztók lehetnek **szigetelők** vagy **vezetők**.

A **vezető ragasztók** felosztása a vezetési tulajdonság szerint:

- izotróp (minden irányban vezet),
- anizotróp (csak összenyomáskor - vastagsága irányában)

A **ragasztók alkotói**: műgyanta és töltőanyag

műgyanta (resin)

- epoxi 175..250 °C-ig
- poliimid 400 °C-ig (térhálósodó)
- hőre lágyuló műanyag (100 °C-ig)

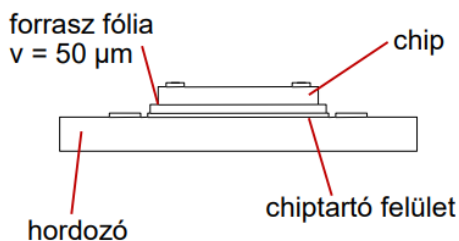
töltőanyag (filler)

- hővezetést javító:

A technológia:

1. Ragasztófelvitel
2. Chipbeültetés
3. Kikeményítés

A CHIP RÖGZÍTÉSI MÓDJAI: EGYÉB FORRASZTÁS



A forraszanyag lehet pl.:

95Pb5Sn - op. 314 °C

80Au20Sn - op. 280 °C

95Sn, 5Sb – op. 235-240 °C

65Sn, 25Ag, 10Sb – op. 233 °C

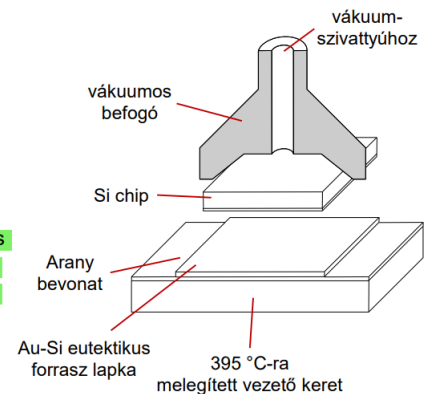
Hővezető képesség: ~ 60 W/mK

A **forrasztásos** chip-beültetést nagyteljesítményű eszközöknél alkalmazzák, amelyeknél a kötés jó hővezető képessége elsőrendű követelmény. Gyakran inert (pl.: N₂), vagy redukáló (pl. H₂; hangyasav - HCOOH) atmoszférában történik.

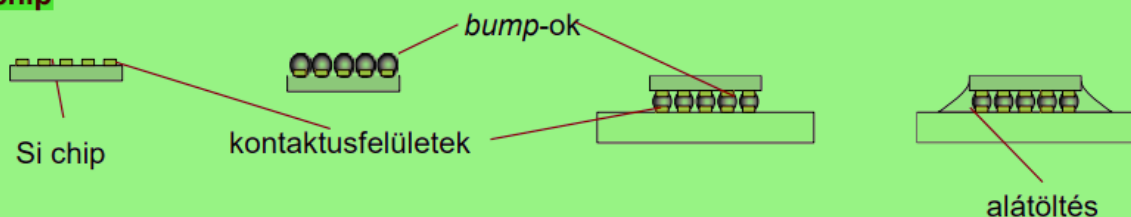
A CHIP RÖGZÍTÉSI MÓDJAI: AU-SI EUTEKTIKUS FORRASZTÁS

A folyamat jellemzői:

- N₂ védőgáz atmoszféra
- kissé az eutektikus olvadáspont fölé hevített hordozó
- a chipet egy vákuumos befogóval a megfelelő hőmérsékletre hevített forrasztóba nyomják



Flip-chip



1. chip kontaktusok „aláfémzése”

2. köthető golyók kialakítása

3. hordozóra rögzítés „face down”, kötés

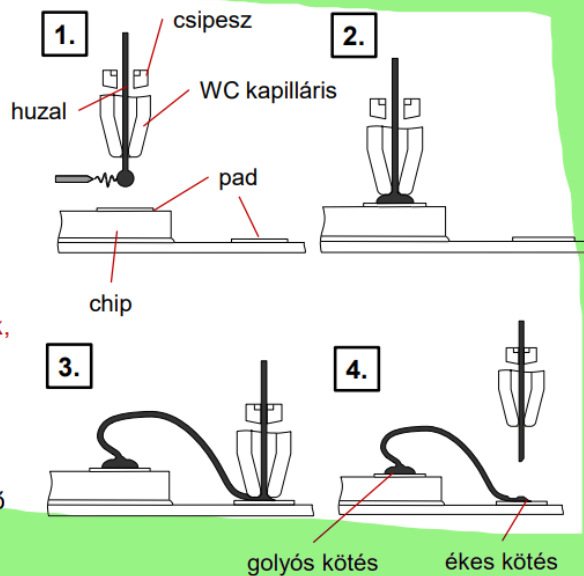
4. alátöltés (underfill)

2. Ismertesse a mikrohuzal-kötési technikákat!

Termokompressziós kötés folyamata ábrákkal (2 pont), ultrahangos kötés folyamata ábrákkal (2 pont), a három mikrohuzalkötési technológia összehasonlítása táblázatosan (1 pont)

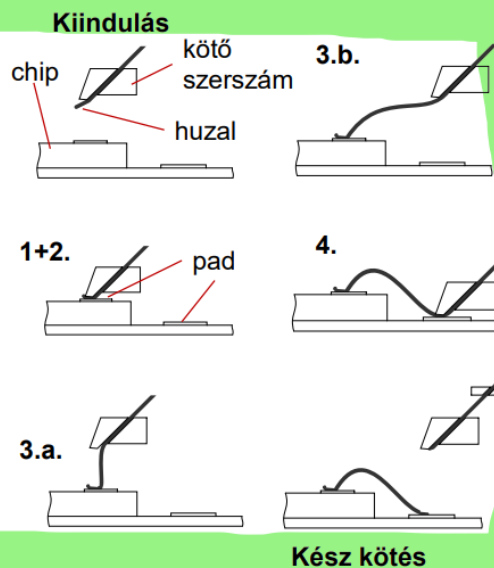
TERMOKOMPRESSZIÓS HUZALKÖTÉS

1. A kapilláris szerszámon átvezetett arany **huzal végét megolvasztjuk** ívkesüléssel.
2. Függőleges irányban **lenyomjuk** a megszilárdult gömböt a chip bekötési felületére (pad).
3. A huzalt a második bekötési helyre (pl. pad a NYHL-en, vagy leadframe-en) **mozgatjuk, lenyomjuk és elvágjuk**; a **nyomás hatására** alakul ki a második (alakja után „ékes”) kötés.
4. A kapilláris elindul a következő kötési helyre.



ULTRAHANGOS KÖTÉS

1. A kötőszerszámon (szonotróda) átvezetett huzal végét a **felülethez nyomjuk**.
 2. Ultrahanggal horizontális **vibrációnak** tesszük ki a huzalt.
 3. A kötőszerszám mozgatásával **kialakítjuk a hurkot**.
 4. A második helyen is **kialakítjuk a kötést** (mint az 1. lépésnél), lenyomás után a szerszám mozgatásával **elszakítjuk a huzalt**.
- Az ultrahang feladata: a felületi oxidréteg feltörése, valamint a tiszta felületek atomi közelségű kontaktusba hozatala.



ÖSSZEHASONLÍTÁS

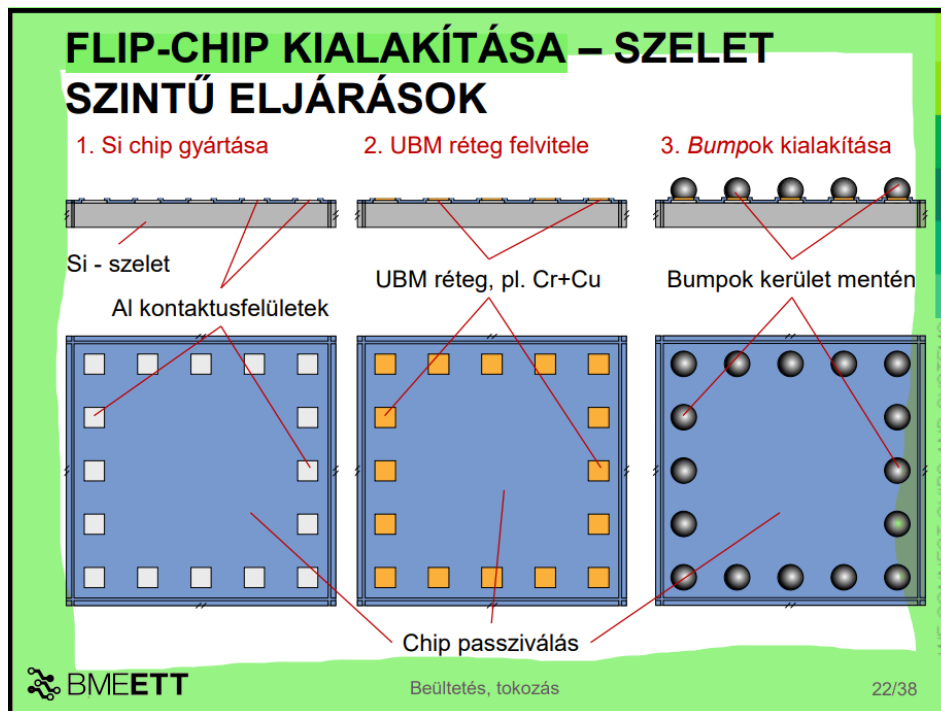
Huzalkötés típusa	A kötés folyamata	Huzal anyaga	Hőmérséklet	Kötés alakja	Összenyomás ereje
Termo-kompressziós	Emelt hőm., összenyomás	Au	200-350 °C	Golyós/ ékes	15-25 mN
Ultrahangos	Összenyomás, UH vibráció	Al, Au	25 °C	Ékes/ ékes	5-25 mN
Termo-szonikus	Emelt hőm., összenyomás, UH vibráció	Au	100-150 °C	Golyós/ ékes	5-25 mN

3. Ismertesse a flip-chip technológiát!

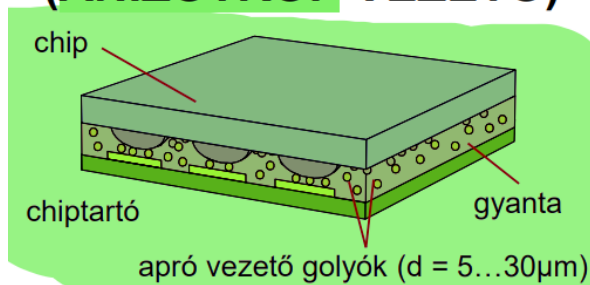
Flip-chip definíciója (1 pont), kialakításának szekvenciája rajzokkal (2 pont), flip-chip-ek bekötése anizotróp ragasztással (2 pont)

FLIP CHIP

A Flip-Chipeket aktív felületükkel a chip hordozó felé (face down) ültetjük rá. A chip kontaktus felületein vezető anyagból készített **bump-ok** (golyószerű kivezetések) állnak ki. A Flip-Chipek bekötése a chip hordozón kialakított kontaktus felületek és a bump-ok villamos összekötését és egyben mechanikus rögzítését jelenti. FCOB – Flip-Chip on Board közvetlen bekötés pl. NYHL-re.



FLIP CHIP RÖGZÍTÉSE RAGASZTÁSSAL (ANIZOTRÓP VEZETŐ)



Az apró vezető golyók anyaga:

- Au vagy Ag,
- fémréteggel bevont műanyag,
- nikkel golyók Ag-vel bevonva,
- indium forraszgolyók.

4. **Ismertesse a hermetikus és nem hermetikus tokozásokat!**

Hermetikus tokok definíciója (1 pont), nem hermetikus tokok típusai (1 pont), a fém tok konstrukciójának sematikus ábrája (1 pont), kerámia tok konstrukciójának sematikus ábrája (1 pont); forrasztott kivezetésekkel rendelkező tok és „chip-carrier” konstrukció esetére (1 pont)

TOKOZÁS TÍPUSAI – ZÁRÁS MINŐSÉGE ALAPJÁN

Nem hermetikus

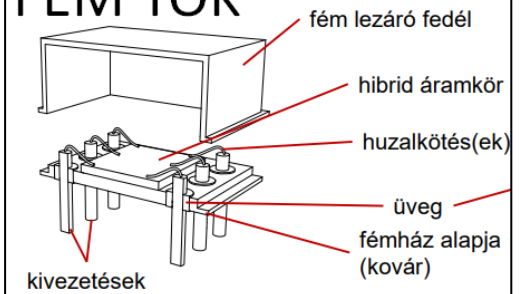
- műanyag vagy fémtokok gyantával kiöntve,
- kisnyomású fröccssajtolással előállított tokok,
- előre gyártott műanyag tokok.

Hermetikus

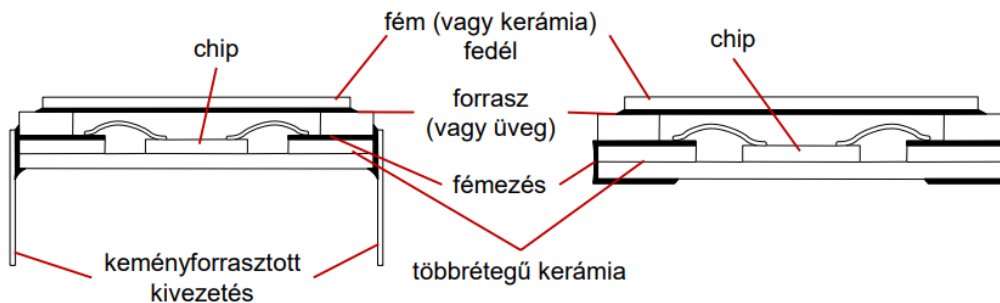
Definíció: akkor hermetikus a tok ha az abba bezárt 1 atm túlnyomású hélium gáz szivárgási sebessége nem haladja meg a $10^{-8} \text{ cm}^3/\text{min}$ értéket.

Szobahőmérsékleten:
 $10^{-8} \text{ cm}^3 = 5 \times 10^{11} \text{ db atom}$

FÉM TOK



Kerámia tok (fém vagy kerámia fedéllel lezárva): anyaga alumínium-oxid (angol: *alumina*) vagy berillium-oxid.



Forrasztott kivezetésekkel rendelkező kerámia tok

„Chip carrier” konstrukció

3-01 EGYOLDALAS ÉS KÉTOLDALAS LEMEZEK GYÁRTÁSTECHNOLÓGIÁJA

1. **Ismertesse a NyHL-ek hordozóinak leggyakrabban használt anyagait és technológia szempontból hasonlítsa össze azok tulajdonságaival!**

Merev és hajlékony hordozók anyagainak bemutatása (1-1 pont). Legalább 3 hordozó típus felírása és legalább 3 tulajdonság felírása hordozónként (3 pont)

A NYOMTATOTT HUZALOZÁSÚ LEMEZEK HORDOZÓJÁNAK ANYAGAI

Merev hordozók:

Vázanyag: papír, üvegszövet, üvegpaplan, poliaramid, fém

Műgyanta: fenol, epoxi, poliimid, PTFE – poli-tetrafluor-etilén (teflon)

Hajlékony (flexibilis) hordozók:

epoxi, poliészter, poliimid, PEN – polietilén-naftalát, PTFE

A NYOMTATOTT HUZALOZÁSÚ HORDOZÓK TULAJDONSÁGAI

3 oszlop,
3-3-3 tulajdonság

Műgyanta	fenol	epoxi	epoxi	epoxi
Vázanyag	papír	papír	üvegsz./papír	üvegszövet
Szabv. jelölés (NEMA)	FR2	FR3	CEM1	FR4
Hajlítószilárdság (N/mm ²)	80	110	230	300
Vízfelvétel (mg)	40	40	30	20
Forrásfürdő-állóság (sec)	15-20	25-30	30-40	>120
Rézfólia lefejtési szilárdság (N/mm)	1,0	1,2	1,4	1,4
Felületi ellenállás (ohm)	10 ⁹	3x10 ⁹	10 ¹²	>10 ¹²
Megmunkálhatóság	+++	+++	++	+
Árarányok	55	65	80	100

FR: Flame Retardant
CEM: Composite Epoxy Material

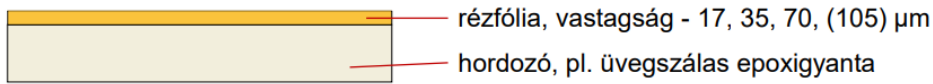
NEMA: The Association of Electrical and Medical Imaging Equipment Manufacturers

3 **Mutassa be az egyoldalas NyHL-ek gyártástechnológiai lépéseit pozitív és negatív fotoreziszt-maszk esetén, rajzzal! Definiálja a pozitív- és negatív működésű fotoreziszt fogalmát!**

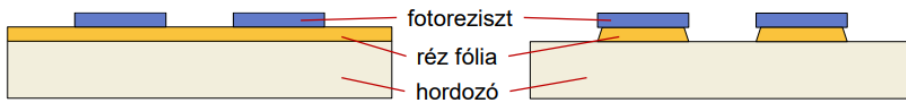
A 2 db lépéssorozat felírása rajzzal (2-2 pont). Pozitív és negatív működésű rezisztek definiálása (1 pont)

Technológiai lépések **pozitív fotoreziszt-maszk** esetén

Alapanyag: rézfóliával borított szigetelő lemez



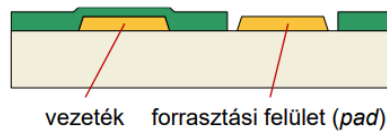
1. Fotoreziszt előhívása (megvilágítás és leoldás) 2. Maratás (alámaródás)



3. Fotoreziszt eltávolítása

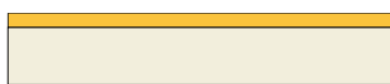


4. Forrasztásgátló maszk felvitele

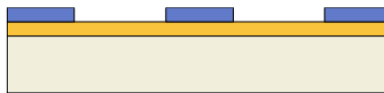


Technológiai lépések **negatív fotoreziszt-maszk** esetén

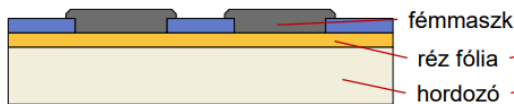
Rézfóliával borított szigetelő lemez



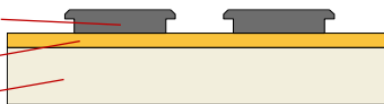
1. Fotoreziszt előhívása



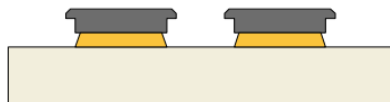
2. Pozitív fémmaszk (Sn) galvanizálása



3. Fotoreziszt eltávolítása



4. Maratás



5. Forrasztásgátló maszk felvitele



- Pozitív működésű fotorezisztek: a megvilágítás hatására oldhatóvá válnak
- Negatív működésű fotorezisztek: a megvilágítás hatására oldhatatlanná válnak

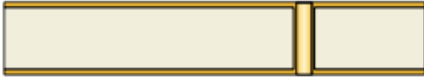
4 Mutassa be a furatfémezett kétoldalas NyHL-ek gyártástechnológiai lépéseit!

12 lépés felírása (5 pont). Egy-egy lépés hibás (rossz sorrend vagy helytelen elnevezés) felírásakor vagy hiányosság esetén egy-egy pontlevonás jár

1. Pakettálás, fúrás, csiszolás, tisztítás



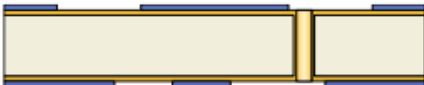
2. Furatfémzés



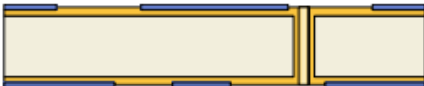
3. Fényérzékeny fólia laminálása



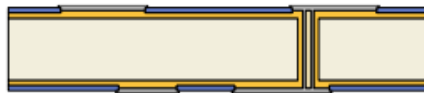
4. Fotoreziszt megvilágítás, leoldás



5. Réz galvanizálása



6. Ón galvanizálása



7. Fotoreziszt leoldása



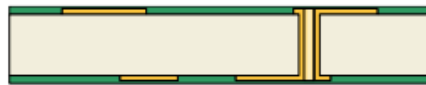
8. Réz maratása



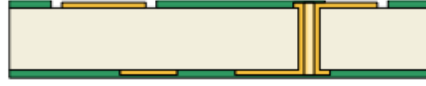
9. Ón eltávolítás



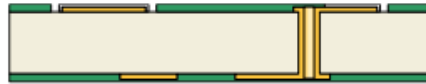
10. Forrasztásgátló réteg felvitele



11. Forrasztásgátló maszk



12. Forrasztási felületek védelme



5 **Mutassa be a NyHL-ek tipikus felületi bevonatait (típus és gyártástechnika) és jellemezze azokat forraszthatósági szempontból! Írja le a narancsosodás jelenség lényegét!**

Legalább 4 db felületi bevonat felsorolása, azok gyártástechnológiai ismertetése és egymáshoz képest milyen a forraszthatóságuk (4 pont). Narancsosodás definíciója (1 pont)

NYOMTATOTT HUZALOZÁSÚ LEMEZEK FELÜLETI BEVONATAI

Felületi bevonatok:

- Hot Air Solder Leveling (HASL): forraszba mártás és forró levegőképes simítás
- Immerziós ón (ImSn), a folyamat: $Sn^{2+} + 2Cu \rightarrow Sn + 2Cu^+$
- Immerziós ezüst (ImAg), a folyamat: $2Ag^+ + Cu \rightarrow 2Ag + Cu^{2+}$
- Organic Solderability Preservative (OSP): szerves forraszthatóság védő bev.
- Electroless Nickel / Immersion Gold (ENIG): áramnélküli Ni, immerziós Au

Narancsosodás: a huzalozási pályákról el nem távolított ón hő hatására megolvad, és deformálódik a forrasztásgátló maszk.

3-02 TÖBBRÉTEGŰ ÉS SPECIÁLIS LEMEZEK GYÁRTÁSTECHNOLÓGIÁJA, HDI HORDOZÓK

1. Mutassa be a NyHL-ek additív és féladditív gyártástechnológiai lépéseit rajzok segítségével!

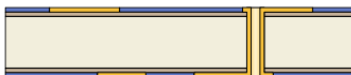
Additív és féladditív technológiák lényegének leírása rajzzal (2-2 pont), additív és szubtraktív technológiák előnyei, hátrányai (1 pont)

NYOMTATOTT HUZALOZÁSÚ LEMEZEK ELŐÁLLÍTÁSA **ADDITÍV** ELJÁRÁSSAL

1. Kiindulás: szigetelő hordozó lemez



5. Árammentes rézbevonat



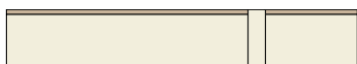
2. Tapadásfokozó, katalizáló réteg



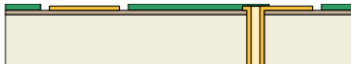
6. Fotoreziszt-maszk leoldása



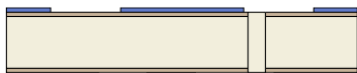
3. Furatok készítése



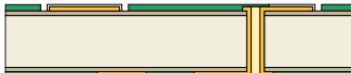
7. Forrasztásgátló maszk kialakítása



4. Negatív fotoreziszt-maszk



8. Bevonat felvitele (l. előző előadás)



A **FÉLADDITÍV** TECHNOLÓGIA

Kiindulás: I.) szigetelő hordozó lemez, amire

II.) együttkészült vékony (~5 µm) + vastag (~70 µm) Cu vagy Al fóliát laminálnak; a vastag fólia szerepe a vékony rézfólia védelme



1. Fúrás, vastag Cu fólia lefejtése, negatív fotoreziszt-maszk



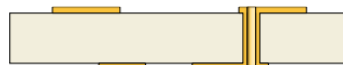
3. Vastag (~35 µm) réz galvanizálása



2. Vékony (~3 µm) réz árammentes felvitele



4. Fotoreziszt leoldás, differenciálmartás



5. Forrasztásgátló+fém bevonat



Szubtraktív technológia

A kiinduló alapanyag egy- vagy két-oldalon rézfóliával borított szigetelőlemez, melynek előre meghatározott felületeiről (ahol a rajzolatra nincs szükség) a fémborítást – általában kémiai maratással – eltávolítják.

- biztosított a vezető réteg jó tapadása,
- az alámardás következtében korlátozott a mintázat felbontása

Additív technológia

A szigetelőlemez (hordozó) felületére a rajzolatot a kívánt geometriában (a maszk által szabadon hagyott helyekre) viszik fel.

- finomabb rajzolat, gyengébb tapadás

2. Ismertesse az együttlaminált többrétegű nyomtatott huzalozású lemezek technológiai lépéseit!

A 3 lépés leírása (3 pont), a két db együttlaminálási változat ismertetése rajzzal (1-1 pont)

TÖBBRÉTEGŰ LEMEZEK TECHNOLÓGIÁJA

1. Laminálás

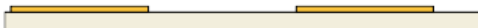
Rézfóliával borított lemez



Prepreg



Rajzolatot tartalmazó lemez



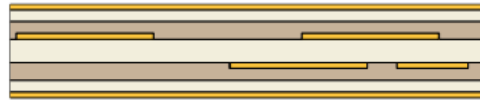
Prepreg



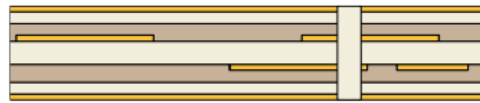
Rézfóliával borított lemez



2. Sajtolás, melegítés

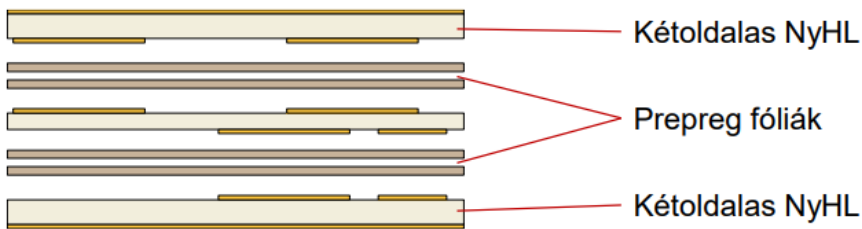


3. Fúrás+szigetelő maratása

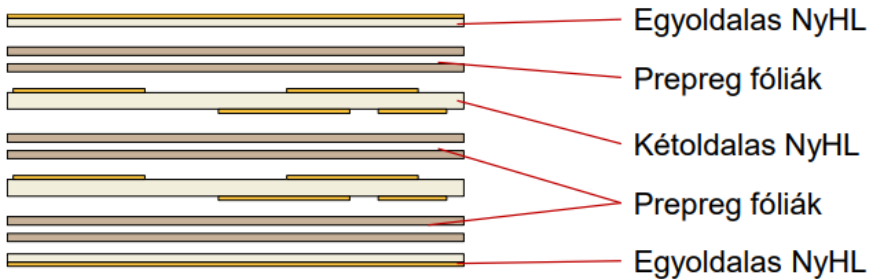


TÖBBRÉTEGŰ LAMINÁLÁSI VÁLTOZATOK

Olcsóbb, pontatlanabb; a rétegek illeszkedési hibája a filmillesztési és a lemezek illesztési hibájából adódik



Drágább, pontosabb; a rétegek illeszkedési hibája csak az előhívó film illesztési hibájából adódik



4 **Ismertesse a mikrovia fogalmát és készítési technológiáit! Hasonlítsa össze a különböző technológiával készített mikroviák szerkezetét rajzban és mutassa be az UV lézeres fúrás lépéseit.**

Fogalom és készítési technológiák (2 pont) különböző technológiával készített mikroviák szerkezetének ismertetése rajzzal (1 pont). UV lézeres fúrás lépéseinek (4 db) felírása (2 pont)

MIKROVIÁK KÉSZÍTÉSI TECHNOLÓGIÁI

A mikroviák olyan a vezetőrétegeket összekötő fémezett falú furatok, melyeknek átmérője 10...100 μm .

A mikroviák alkalmazásának előnyei:

- Kisebb vezetékhozz - nagyobb jelterjedési sebesség - gyorsabb működés
- Kisebb méret a furatátmérő és a forrszem méretének csökkenése miatt
- Egyes parazita tényezők csökkennek, kisebb zaj
- Jobb megbízhatóság

Mikroviák készítésének technológiái:

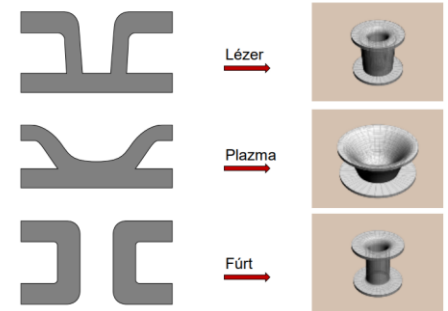
Rétegfelvitel után **furatkészítés**, majd a furatok **fémezése**

Furatkészítés:

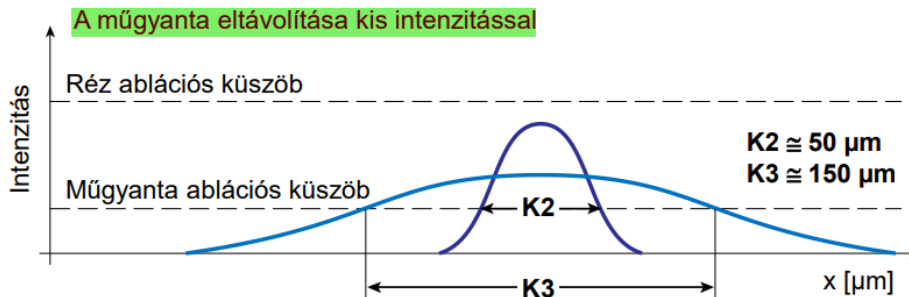
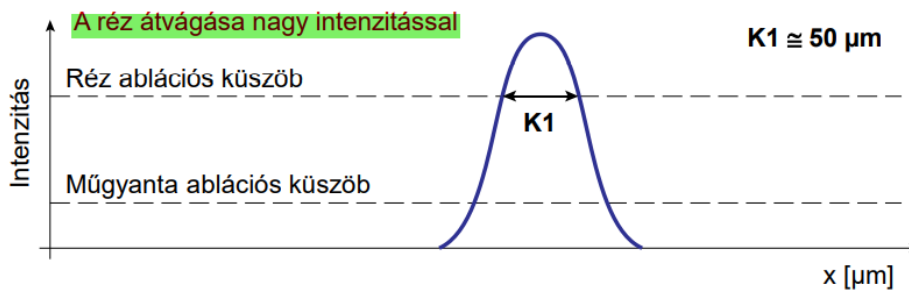
- nagy átmérőhöz mechanikus fúrás a gazdaságos
- kis átmérőhöz lézeres fúrás, plazmamaratás, vagy fotolitográfia

Fémezés: a furat falára vagy a furatot teljesen kitöltve

KÜLÖNBÖZŐ TECHNOLÓGIÁJÚ MIKROVIÁK SZERKEZETE

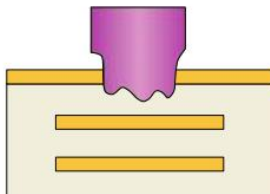


UV LÉZERES FÚRÁS

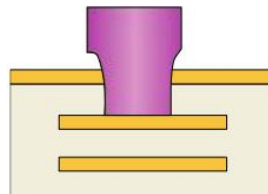


Viafúrás az első belső rétegig

1. Réz átvágása nagy intenzitással

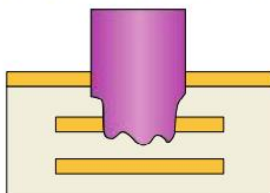


2. Szerves anyag eltávolítása kis intenzitással

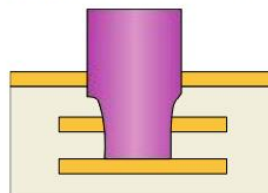


Viafúrás a további belső rétegekig

1. Réz átvágása nagy intenzitással



2. Szerves anyag eltávolítása kis intenzitással



4-01: KERÁMIA- ÉS POLIMER ALAPÚ VASTAGRÉTEG TECHNOLÓGIA

1. **Definiálja a szigetelő alapú áramköri hordozók, a hybrid IC és a vastagréteg technológia fogalmát, valamint adja meg a vastagréteg technológiák csoportosítását**

Szigetelő alapú (2 pont), hybrid IC (1 pont), vastagréteg (1 pont), csoportosítás (1 pont)

ALAPFOGALMAK I – SZIGETELŐ ALAPÚ INTEGRÁLT ÁRAMKÖRÖK

A szigetelő alapú integrált áramköri hordozókon az elemek összekötésére szolgáló **vezetékminiatúrát**, az **ellenállások** jelentős részét és egyes további passzív elemeket a **szigetelő lemez felületén integrált formában rétegtechnológiával** állítjuk elő.

Az alkalmazott **technológia alapján** kétféle hordozót különböztetünk meg: **vastagréteg** és **vékonyréteg IC**.

Ha további alkatrészeket (ún. hibrid elemeket) is beültetünk a szigetelő alapú integrált áramkörbe, akkor az áramkört **hibrid IC-nek** nevezzük.

ALAPFOGALMAK II - VASTAGRÉTEG

Vastagréteg: 5-70 μm vastagságú réteg, amelyet szitanyomtatással és hőkezeléssel paszta állagú anyagból hoznak létre általában kerámiára (ritkábban üvegre, szilíciumra, passzivált fémfelületre), vagy műanyag hordozóra.

A rétegben visszamaradó kötőanyag típusa szerint megkülönböztetünk:

- **szervetlen (üveg/üveg-kerámia, ill. reaktív kötőanyagú) vastagréteg pasztákat,**
- **szerves (polimer) vastagréteg pasztákat.**

2. Mutassa be a vastagréteg pasztákat (alkotó elemek, azok anyagai) valamint a vastagréteg hordozókat!

Paszták (3 pont), hordozók (2 pont)

SZERVETLEN VASTAGRÉTEG PASZTÁK

Alapanyagok (paszták) összetétele:

- Funkcionális fázis:
 - Vezetőréteghez Ag-Pd, Au, Cu, (W)
 - Ellenállásréteghez: ruténium (RuO_2), iridium, valamint rénium oxidja
- Kötőanyag:
 - Alacsony olvadáspontú üveg (SiO_2) (olvadáspont csökkentése B, Ba, régebben Pb oxidokkal)
- Oldószer

- **Vastagréteg hordozók:** vastagréteg áramköröket előre elkészített hordozókon hozzuk létre:

- kerámiák (szervetlen és polimer rétegekhez),

- alumínium-oxid (alumina) (Al_2O_3)
- berillium-oxid (BeO)
- alumínium-nitrid (AlN)

- passzívált fémhordozók, zománcozott acél (szervetlen és polimer rétegekhez),

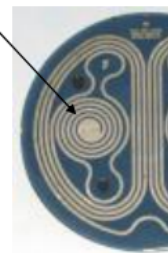
- műanyagok (csak polimer rétegekhez):

- epoxi alapú flexibilis vagy merev (pl. üvegszál erősítésű FR4) hordozók
- poliimid fólia
- poliészter fólia

POLIMER VASTAGRÉTEG PASZTÁK

Alapanyagok (paszták) összetétele:

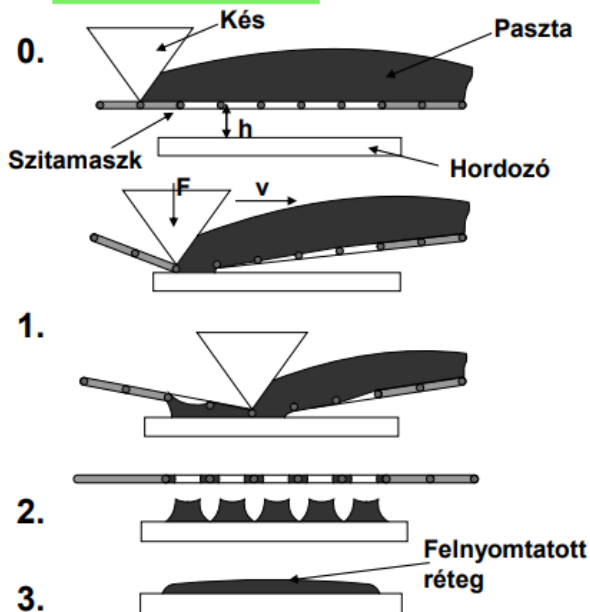
- Funkcionális fázis:
 - Vezetőnél Ag v. Cu
 - Kontaktus ill. ellenálláspasztánál C
- Polimer kötőanyag:
 - Hőre lágyuló (termoplasztik): lineáris láncok
 - Hőre keményedő (termoset): térhálósodó
 - UV-re keményedő
- Oldószer



3. **Mutassa be a kerámia vastagréteg technológia lépéseit (paraméterek, az egyes lépések szükségessége)!**

Csak lépések szekvenciája (1 pont), paraméterek (1 pont), az egyes lépések részletes elemzése (3 pont)

A VASTAGRÉTEG TECHNOLÓGIA LÉPÉSEI I: SZITANYOMTATÁS

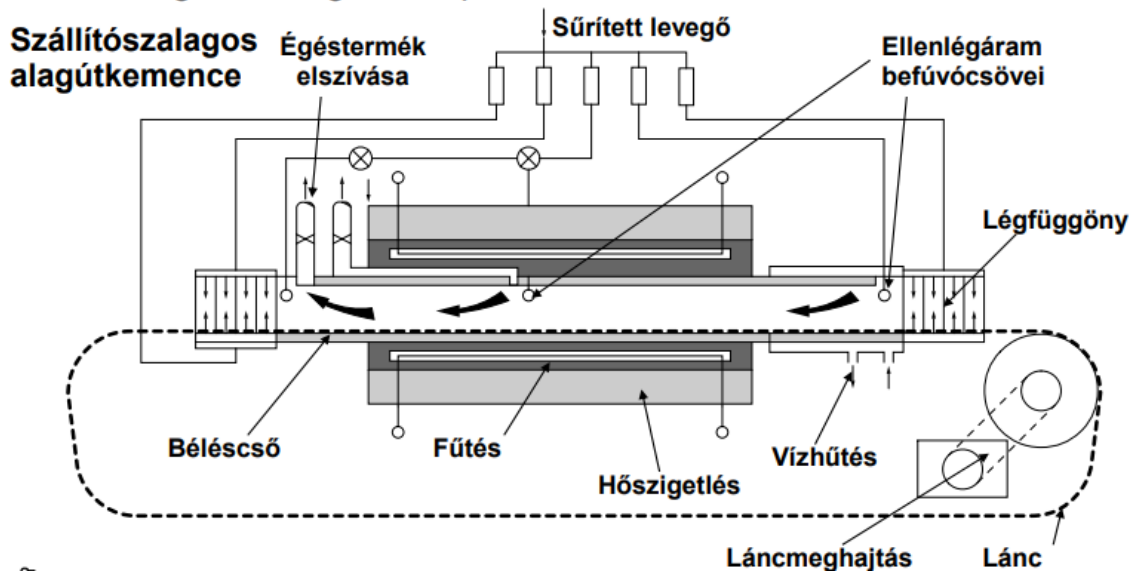


A szitanyomtatás lépései:

0. a paszta felkenése a szitára, a hordozó elhelyezése és pozicionálása
1. a nyomtatókés végig görgeti a pasztát a szitán
2. a szita felemelkedése a hordozóról.
3. Pihentetés szobahőmérsékleten, a paszta terülése

A VASTAGRÉTEG TECHNOLÓGIA LÉPÉSEI II: SZÁRÍTÁS ÉS BEÉGETÉS

- Szárítás 120...150 °C-on: az oldószerek eltávoznak.
- Beégetés üveggötésű pasztáknál általában 850 °C-on,



4. **Mutassa be a sziták paramétereit és a vastagréteg technológiában használt sziták típusait (emulzió kialakítása szerint)!**

Szita definiálása és paraméterei (2 pont), emulzió típusok bemutatása (3 pont)

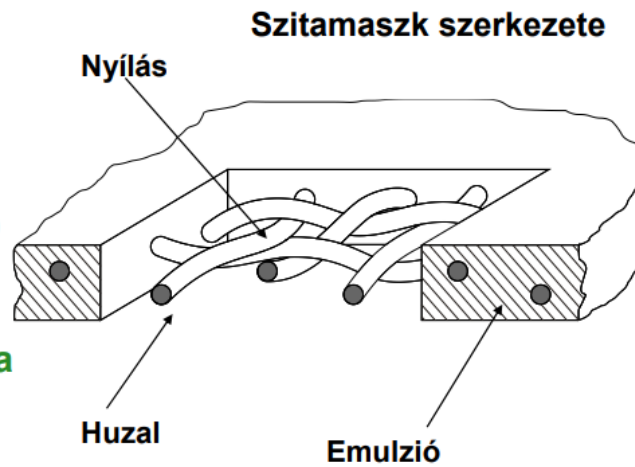
A SZITAMASZK

Mesh szám: az 1"-ra, azaz 25,4 mm-es hosszúságra eső nyílások száma.

Vastagréteg IC-knél használatos szitamaszkok mesh száma: 80...350.

- vezetőréteg: 200...325
- ellenállásréteg: 160...250
- forraszpasztá: 80...90

A Mesh szám befolyásolja a felnyomtatott rétegvastagságot!



SZITAMASZKOK TÍPUSAI I: EMULZIÓS

Direkt emulziós maszk:

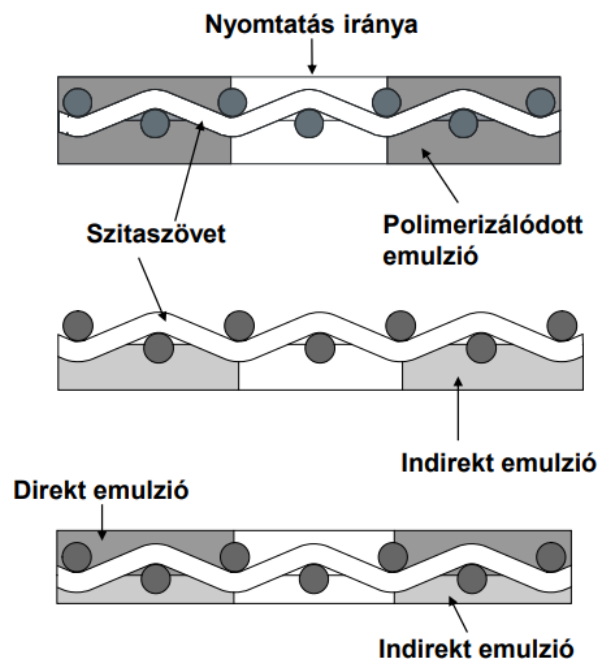
fényérzékeny emulziós réteg kialakítása és fotolitográfias megmunkálása közvetlenül a szitán. (Tartós, de vastagsága inhomogén.)

Indirekt emulziós maszk:

szilárd fényérzékeny fólia fotolitográfias megmunkálása, majd ráhengerlése a szitára. (Homogén vastagság, sérülékeny.)

Kombinált emulziós maszk:

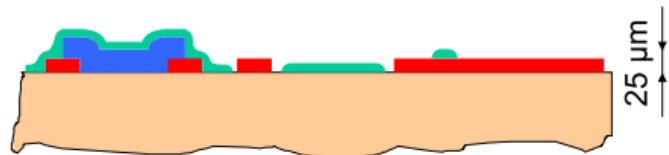
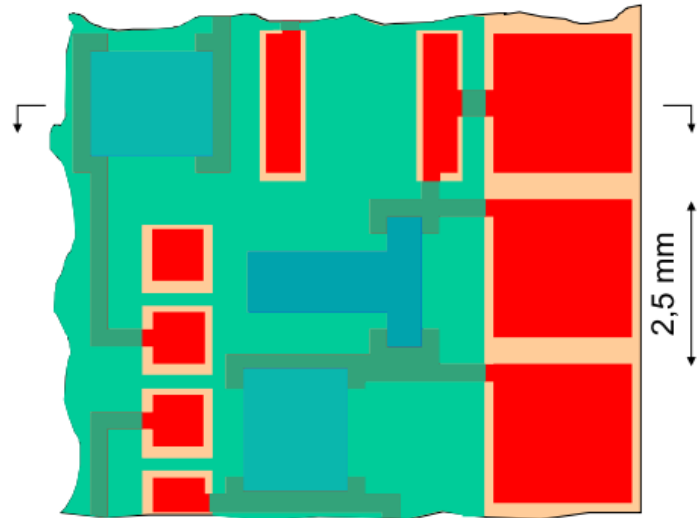
az előző kettő kombinációja. (Előzőek előnyeivel drága.)



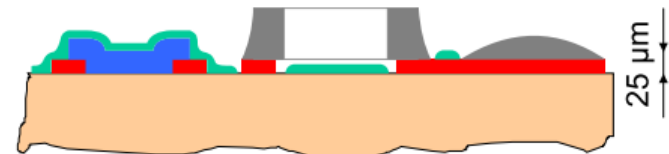
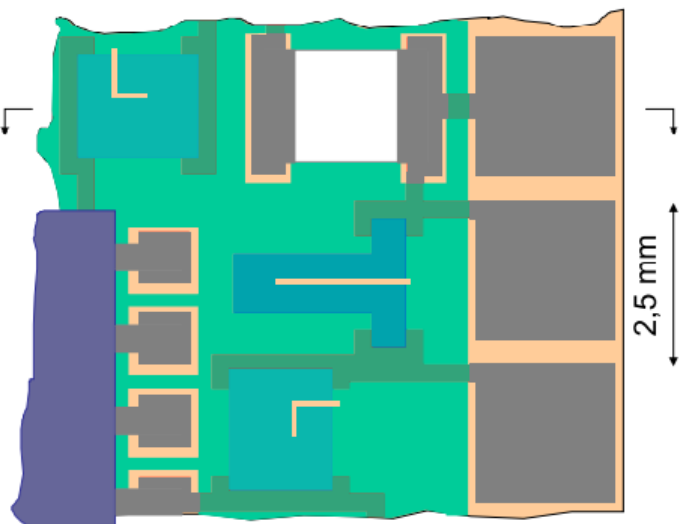
5. **Ismertesse a hybrid IC elkészítésének tipikus lépéseit rajzok segítségével!**

A 7–9 lépés összesen (5 pont). Egy-egy lépés hibás (rossz sorrend vagy helytelen elnevezés) felírásakor vagy hiányosság esetén egy-egy pontlevonás jár.

- 1. Kerámia hordozó felületére
- Vezetőréteg nyomtatása, beégetése
- 2. Ellenállásréteg nyomtatása (1)
- Ellenállásréteg nyomt. (2), beég.
- 3. Forrasztásgátló üvegréteg



- 1. Kerámia hordozó felületére
- vezetőréteg nyomtatása, beégetése
- 2. Ellenállásréteg nyomtatása (1)
- Ellenállásréteg nyomt. (2), beég.
- 3. Forrasztásgátló üvegréteg
- 4. Ellenállás értékbeállítás lézerrel
- 5. Forraszpaszta nyomtatása
- 6. Alkatrészek beültetése
- 7. Újraömlesztéses forrasztás



6. **Mutassa be a vastagréteg ellenállások lézeres beállítását (elvé, ellenállás számítás menete, vágatformák)!**

Beállítás elve (1 pont), képlet (1 pont), vágatformák (3 pont)

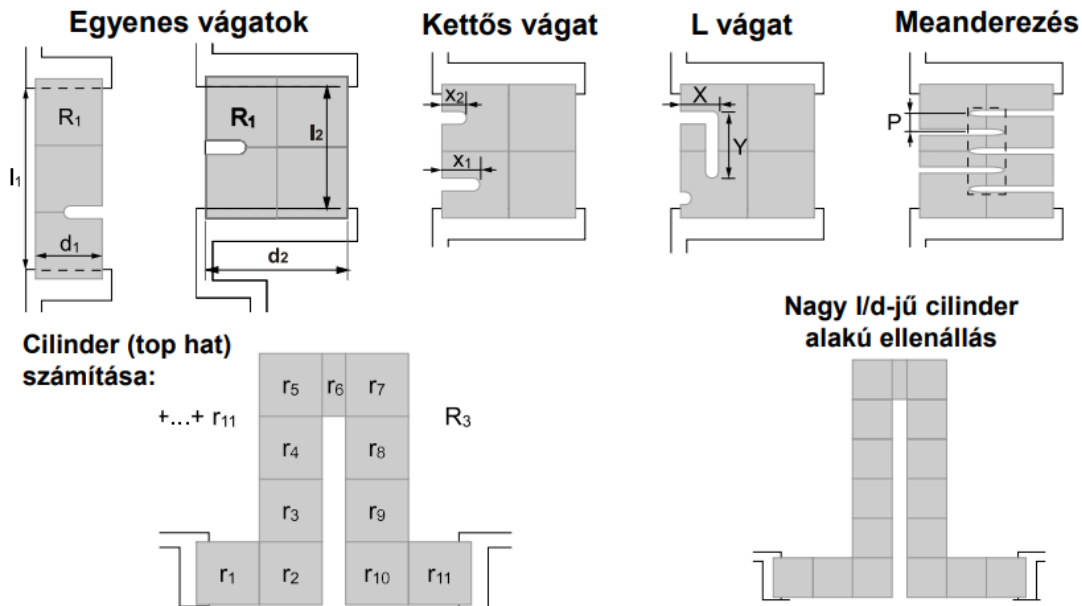
Értékbeállításakor lézerral szigetelő vágatot munkálunk a rétegbe. Ezzel a módszerrel az ellenállás értéke csak növelhető.

$$R = (\rho \cdot l) / (v \cdot d) = (\rho / v) \cdot (l / d) = R_{sq} \cdot (l / d)$$

ahol ρ a réteg fajlagos ellenállása; v a rétegvastagsága; l az ellenálláscsík hosszúsága; d az ellenálláscsík szélessége; R_{sq} a négyzetes ellenállás.

VÁGATFORMÁK

Vastagréteg ellenálláselemek értékbeállításai vágatformái:



7. Mutassa be a polimer vastagréteg technológia lépéseit (paraméterek, az egyes lépések szükségessége)!

Csak lépések szekvenciája (1 pont), paraméterek (1 pont), az egyes lépések részletes elemzése (3 pont)

POLIMER VASTAGRÉTEGEK SZALAGNYOMTATÁS TECHNOLÓGIÁJA

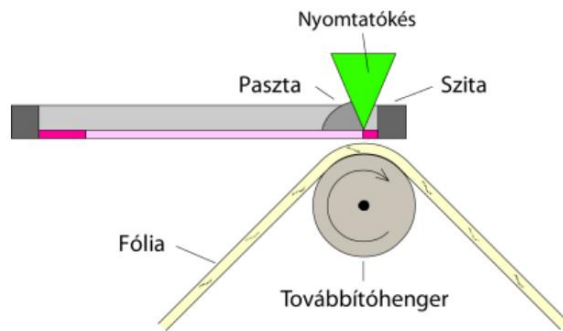
Rétegfelvitel:

Szitanymtatás (szalagnymtatás)

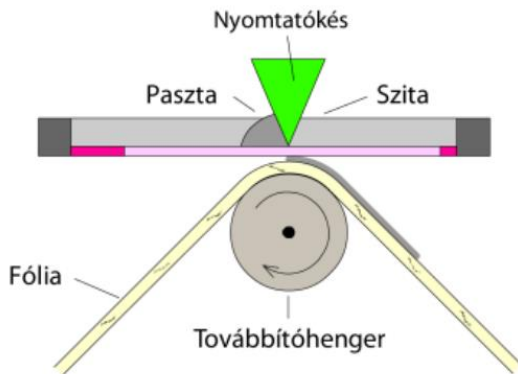
Pihentetés

Kikeményítés

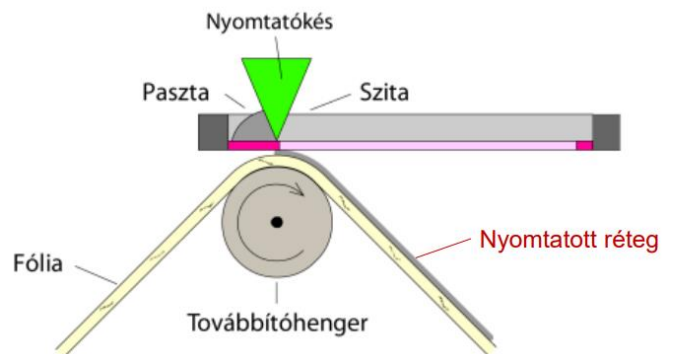
- Poliészteren termoplasztik: 120°C/15perc
- Poliimiden termoszet: 120°C/15perc
+ 180-350°C/100-180perc
- UV-rendszer:
UV megvilágítás
+ 120-150°C/15-60perc



1. Nyomatás kezdete



2. Nyomatás folyamata (szita mozgása)



3. Nyomatás befejezése

